

## *De lo que están hechas las cosas*

*por Plinio Sosa*

### a) Materiales y sustancias

Puertas de madera, templos de piedra, ventanas de aluminio, medias de *nylon*, juguetes de plástico, paredes de ladrillo, pistas de hielo, burbujas de jabón, volutas de humo, chamarras de piel, platos de cerámica, lentes de vidrio, llantas de caucho, hilos de alambre, ropa de algodón, casas de adobe, flautas de hueso, espadas de acero, envases de hojalata, cámaras de aire, pisos de mármol, hilo de cáñamo, colchones de agua, abrigos de lana, anillos de oro, etcétera, etcétera.

A la humanidad le ha tomado varios millones de años —es decir, prácticamente toda su historia— averiguar de qué están hechas las cosas. No ha sido fácil porque en la naturaleza hay muchos materiales y casi todos ellos son, en realidad, sistemas en los que varias sustancias se encuentran mezcladas. El aire, por ejemplo, es un material que contiene, por lo menos, nitrógeno, oxígeno, agua y dióxido de carbono. El acero, un material inventado por el hombre, está constituido por dos sustancias: hierro y carbono. ¿Cuántas sustancias hay en la madera? ¡Muchísimas! Simplemente, en el humo del tabaco hay más de 3 mil sustancias (aunque, para tranquilidad de los fumadores... ¡sólo tres son estrictamente cancerígenas!).

**Materiales.-** Son todas las sustancias y mezclas de sustancias de que están hechos los objetos, los seres y los cuerpos. Un determinado material puede estar constituido por una o por varias sustancias.

Así, la humanidad tuvo que aprender a separar los constituyentes de los materiales. Aprendió a filtrar, a cristalizar, a destilar, a decantar, a hacer reacciones químicas, a precipitar y mil técnicas más para poder aislar las sustancias que integran a los materiales.

**Sustancias.-** Son materiales de aspecto homogéneo que constan de un solo constituyente. Cada sustancia posee un conjunto de propiedades específicas que la distingue de las demás sustancias. Consisten de unas pequeñas partículas llamadas *iones*, *moléculas* o *átomos*. Se tienen registradas más de 29 millones de sustancias<sup>1</sup>.

Hoy en día es relativamente fácil averiguar la composición sustancial de un determinado material. Existen laboratorios especializados y profesionistas preparados (los químicos) especialmente para poder analizar sustancias y materiales. Si hoy tuviéramos contacto con algún material de origen extraterrestre, sería cuestión de días (si acaso de semanas) saber cuántas y cuáles sustancias lo constituyen. Para saber de qué está hecho algo, lo único que se necesita es mandarlo a un laboratorio de análisis y pagar por el servicio.

---

<sup>1</sup> <http://www.cas.org/cgi-bin/regreport.pl>

b) Mezclas

La mayoría de los materiales que existen en la naturaleza suelen estar constituidos por varias sustancias. Las rocas, los maderos, la arcilla, la paja, el adobe, es decir los materiales que usaban nuestros antepasados, son materiales constituidos por varias sustancias. Sin embargo, hay materiales que constan de una sola sustancia. Por ejemplo, el precioso oro —por el que han muerto y matado tantos en la historia de la humanidad— es una sola sustancia.

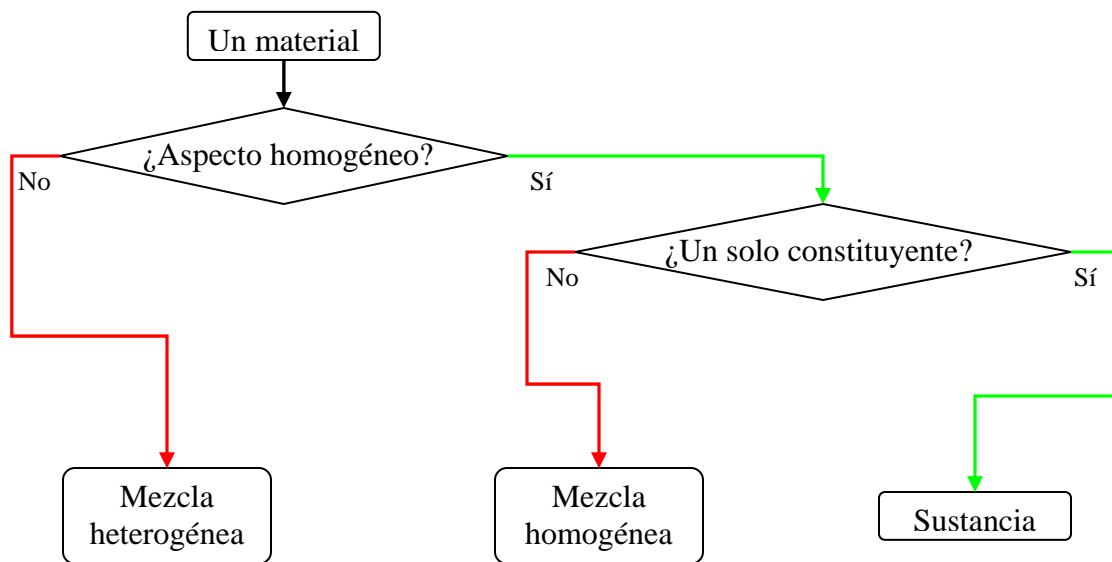
En química, se les llama *mezclas* a los materiales que constan de varias sustancias. Si no se distingue a simple vista que un material conste de varias sustancias, es decir, si el material tiene un aspecto homogéneo se trata de una *mezcla homogénea*. Si, por el contrario, a simple vista se distingue que el material está constituido por varias sustancias se trata de una *mezcla heterogénea*.

**Mezcla.** En química, se refiere a un material constituido por dos ó más sustancias. La *composición química de una mezcla* indica cuáles sustancias, cuántas y en qué proporción la constituyen.

**Mezcla heterogénea.** Un material de aspecto heterogéneo constituido por varias sustancias. *Se distinguen a simple vista dos o más sustancias* (de ahí su aspecto heterogéneo).

**Mezcla homogénea.** Un material de aspecto homogéneo constituido por varias sustancias. *No se distingue a simple vista que estén formados por dos o más sustancias* (por eso su aspecto homogéneo).

<b>Aspecto homogéneo</b>	<b>Un constituyente</b>		<b>Aspecto heterogéneo</b>
	Sustancias		
	Mezclas homogéneas	Mezclas heterogéneas	
	<b>Varios constituyentes</b>		



**Figura 1.1.** Criterios para decidir si un material es una mezcla heterogénea, una mezcla homogénea o, simplemente, una sustancia.

En la **figura 1.1** se muestra un diagrama de flujo que sirve para clasificar los materiales. Tratemos de clasificar algunos de ellos, por ejemplo: acero, oro y granito. En las **figuras 1.2, 1.3 y 1.4** se muestran las fotos de cada uno. En la **tabla 1.1**, se muestran los constituyentes de cada material.



**Figura 1.2.** Acero



**Figura 1.3.** Oro



**Figura 1.4.** Granito

**Tabla 1.1**

<b>Material</b>	<b># de constituyentes</b>	<b>Constituyentes</b>
Acero	2	Hierro
		Carbono
Oro	1	Oro
Granito	3	Feldespatos
		Mica
		Cuarzo

Veamos uno por uno.

El acero. ¿Tiene un aspecto homogéneo? Sí. ¿Consiste de un solo constituyente? No. Entonces, este material, aunque no lo parezca, es una mezcla homogénea.

El oro. ¿Tiene un aspecto homogéneo? Sí. ¿Consiste de un solo constituyente? Sí. Entonces este material es una sola sustancia.

El granito. ¿Tiene un aspecto homogéneo? ¡Para nada! Se nota claramente que el granito consiste de muchas sustancias. Por lo tanto, se trata de una mezcla heterogénea.

### c) Partículas químicas

La otra razón por la que la humanidad ha tardado tanto en entender de qué están hechas las cosas es porque las sustancias no son una pasta continua —como parece a través de nuestros sentidos— sino que consisten de un incontable número de pequeñísimas partículas interactuando eléctricamente unas con otras. Dichas partículas son increíblemente pequeñas. No sólo no las podemos ver a simple vista, ni siquiera con la ayuda de un microscopio.

Imagina el objeto más pequeño que puedas. ¿Ya? Bueno, pues las partículas que integran a las sustancias... ¡son todavía mucho más pequeñas!

Para que te des una idea, piensa que en un vaso de agua hay del orden de un cuatrillón de moléculas. Un cuatrillón es un número inmensamente grande. Imagínate un bicho (puede ser una cucaracha o un ratón) que pudiera tener un millón de hijos. Y que cada uno de éstos pudiera a su vez tener un millón de vástagos. Ya serían un billón de nietos. Si estos también tuvieran un millón de cachorritos, se tendrían un trillón de biznietos. Y..., sí, si éstos también engendraran su millón cada uno, al final habría un cuatrillón de hermosos, saludables e inquietos tataranietos.

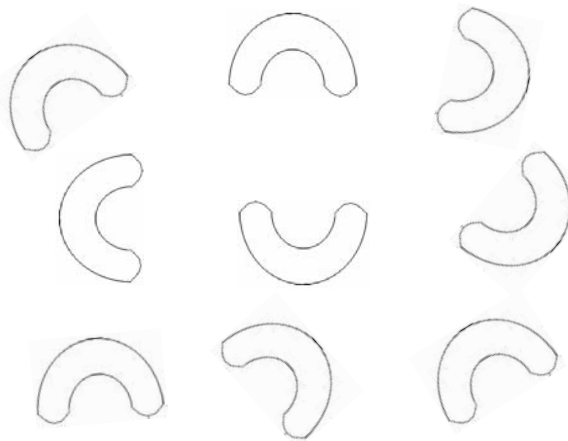
¿De qué tamaño tendrán que ser las partículas químicas para que un cuatrillón de ellas quepa en tan sólo un vaso de agua?

Así como una manada consiste de muchos búfalos, una sustancia consiste de muchas partículas. El agua que conocemos macroscópicamente, no es otra cosa más que muchas moléculas juntas.

**Partículas químicas.**- Son las pequeñas unidades que integran a una sustancia. Son muy pequeñas y muy ligeras. Tanto que en unos cuantos gramos de cualquier sustancia hay del orden de un cuatrillón de partículas. Están constituidas por un cierto número de núcleos (con carga eléctrica positiva) interactuando con un cierto número de electrones (con carga eléctrica negativa). Pueden ser **iones** (partículas cargadas mono o polinucleares), **moléculas** (partículas polinucleares neutras) o **átomos** (partículas mononucleares neutras).

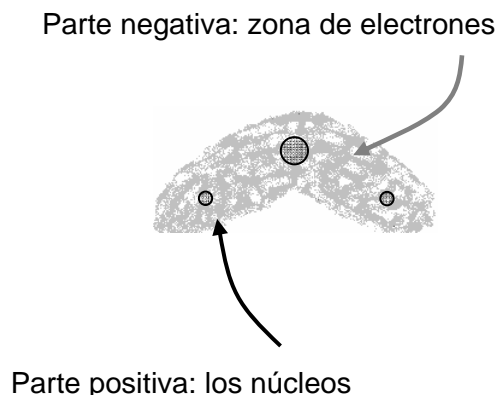
La relación que hay entre sustancia y partícula es similar a la que hay entre manada y búfalo. Es decir, *sustancia* se refiere al conjunto, mientras que *partícula* se refiere a un solo individuo.

Las partículas químicas que integran a las distintas sustancias tienen formas y tamaños determinados. Por ejemplo, las moléculas de agua tienen una forma similar a la de un riñón (**figura 1.5**).



**Figura 1.5.** Silueta de varias moléculas de agua

A pesar de su extraordinaria pequeñez, las partículas químicas poseen una estructura interna. Dicha estructura es de naturaleza eléctrica: tienen una parte positiva (los núcleos) y otra negativa (los electrones). En la **figura 1.6**, se representa el interior de una molécula de agua. Las pequeñas esferas negras representan a la parte positiva (los núcleos) mientras que la zona sombreada representa la parte negativa (la región donde se encuentran los electrones puesto que, de éstos, no se conoce ni su forma ni su tamaño).



**Figura 1.6.** Las moléculas de agua, al igual que cualquier otra partícula química, tienen una parte positiva (los núcleos) y una negativa (los electrones).

**Núcleos.-** Son la parte positiva de las partículas químicas. La mayor parte de la masa de las partículas químicas se encuentra concentrada, precisamente, en los núcleos. Están formados por protones (con carga positiva) y neutrones (sin carga)

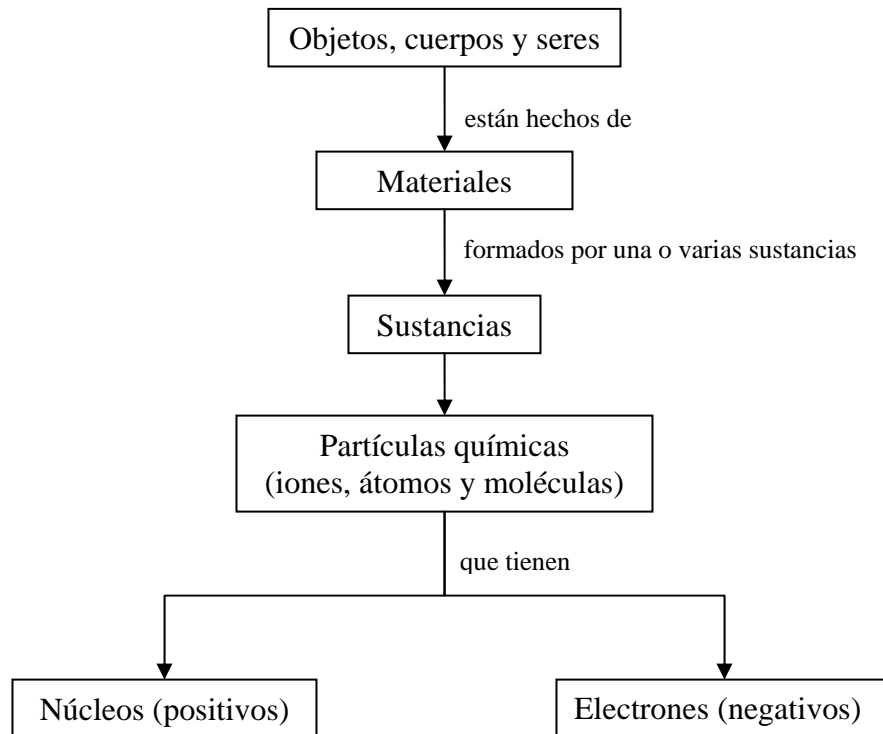
**Electrones.-** Son la parte negativa de las partículas químicas. No se puede saber ni su forma, ni su tamaño, ni su localización precisa, ni cómo se mueven. Se distribuyen por capas alrededor de los núcleos. Ocupan regiones inmensamente grandes (comparadas con el tamaño de los núcleos) llamadas *dominios electrónicos*. Los electrones más externos (los de la última capa) ocupan regiones tan grandes como las propias partículas químicas a las que pertenecen.

Si el número de cargas positivas y de cargas negativas es el mismo, la partícula será neutra (*átomos* o *moléculas*). Si hay más de unas que de otras, la partícula quedará cargada (*iones*)<sup>2</sup>.

Partículas químicas			
Mononucleares			
Neutras	Átomos	Iones	Cargadas
	Moléculas		
Polinucleares			

<sup>2</sup> Los iones positivos se llaman cationes. Los negativos, aniones.

A la pregunta *¿De qué están hechas las cosas?*, la ciencia de hoy tiene la siguiente respuesta: todo lo que hay en el universo, todos los objetos, los cuerpos y los seres que existen, están hechos de *materiales*. Los materiales, a su vez, pueden estar formados por uno o varios constituyentes llamados *sustancias*. Las sustancias consisten de pequeñas partículas llamadas *iones*, *moléculas* y *átomos*. La **figura 1.7** es un mapa conceptual donde se resume dicha información.



**Figura 1.7.** Mapa conceptual sobre *De qué están hechas las cosas*

#### d) Disoluciones y coloides

Hay dos grandes tipos de mezclas homogéneas: las *disoluciones* y los *coloides*.

En las **disoluciones**, partículas de una o más sustancias se dispersan entre las partículas de otra sustancia. La mezcla se da a *escala subnanoscópica* porque el tamaño de las partículas es menor a una milésima de micra, es decir, menor a un nanómetro. Esto quiere decir que este tipo de materiales conserva su aspecto homogéneo, incluso cuando son vistos a través de un microscopio. A las sustancias que se encuentran en menor cantidad se les da el nombre de **solutos**. A la sustancia que se encuentra en mayor cantidad se le llama **disolvente**. Son ejemplos de disoluciones el bronce, el agua de mar, el tequila, una gaseosa, el aire, etcétera. Como se puede observar, algunas soluciones son líquidas pero otras son sólidas o gaseosas. En la **tabla 1.2** se muestra un ejemplo para cada caso donde se indica el estado físico del material junto con el estado físico de las sustancias antes de mezclarse. El estado físico de la disolución siempre es el de la sustancia que se encuentra en mayor cantidad, es decir, el del disolvente.

**Tabla 1.2.** Tipos de disoluciones

Estado físico de las sustancias sin mezclar			Estado físico del material	<i>Ejemplos</i>	
<b>Soluto</b>		<b>Disolvente</b>	<b>Disolución</b>		
Gaseoso	en	Gaseoso	Gaseoso*	Aire	oxígeno disuelto en nitrógeno
Líquido		Gaseoso		Aire húmedo	agua disuelta en nitrógeno
Gaseoso	en	Líquido	Líquido	Bebidas gaseosas	dióxido de carbono disuelto en agua
Líquido		Líquido		Anticongelante	etilénglicol disuelto en agua
Sólido		Líquido		Agua endulzada	Azúcar disuelta en agua
Gaseoso	en	Sólido	Sólido	Maíz palomero	vapor de agua disuelto en almidón
Líquido		Sólido		Amalgama dental	mercurio disuelto en plata
Sólido		Sólido		Soldadura	estaño disuelto en plomo

\* No hay disoluciones de un soluto sólido en un disolvente gaseoso.

Por otro lado, en los **coloides**, enormes cúmulos de partículas de una o varias sustancias son los que se dispersan entre las partículas de la otra sustancia. Como estos cúmulos pueden llegar a tener un tamaño del orden de las micras, se dice que la mezcla se da a *escala microscópica*. Las sustancias cuyas partículas se dispersan se llaman **fase dispersa**. La sustancia en la cual se dispersan las otras se llama **fase dispersante**.



De hecho, es posible ver con un microscopio que los cúmulos dispersos se mueven en zigzag, cambiando azarosamente de rumbo, a través del medio dispersante<sup>3</sup>. El movimiento errático, al azar, de los cúmulos coloidales se puede apreciar debido a que son tan grandes que pueden reflejar la luz. Un ejemplo conocido de este efecto es cuando se prende una lámpara en la oscuridad y se puede ver el movimiento de las partículas de polvo en el aire. Este efecto óptico se conoce como *Efecto Tyndall*. Son ejemplos de coloides: el rubí, el cemento, el humo, una gelatina, la leche, la niebla, las palomitas de maíz, la crema batida, etcétera. Al igual que las disoluciones, hay ejemplos de coloides en cualquiera de los tres estados de la materia. En la **tabla 1.3** se muestra un ejemplo de cada tipo.

**Tabla 1.3.** Tipos de coloides

Estado físico de las sustancias sin mezclar			Estado físico del material	<i>Nombre específico</i>	<i>Ejemplo</i>
Fase dispersa		Fase dispersante	Coloide		
Líquido	en	Gaseoso	Gaseoso*	Aerosol líquido	Niebla
Sólido		Gaseoso		Aerosol sólido	Humo
Gaseoso	en	Líquido	Líquido	Espuma	Crema batida
Líquido		Líquido		Emulsión	Leche
Sólido		Líquido		Sol	Pinturas de látex
Gaseoso	en	Sólido	Sólido	Espuma sólida	Hule espuma
Líquido		Sólido		Gel	Gelatina
Sólido		Sólido		Sol sólido	Rubí

\* No hay coloides “gaseoso-gaseoso”. Todas las mezclas gaseoso-gaseoso forman una disolución.

<sup>3</sup> El movimiento de los cúmulos coloidales fue estudiado por primera vez por el botánico inglés Robert Brown (1773-1858) por lo que se le conoce como *movimiento browniano*